01 1991

0 3 7

ТУ-19-241-82

8

1


студия
ДИАФИЛЬМ

ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН И ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

Диафильм предназначен для проведения семинарских занятий. Учащимся предлагается обсудить основные проблемы данной темы, связывая историю и современность, знания, полученные при изучении физики, химии и общественных наук. Готовясь к семинару, следует ориентироваться на следующие вопросы:

Периодический закон
(во времена Д. И. Менделеева и сегодня)

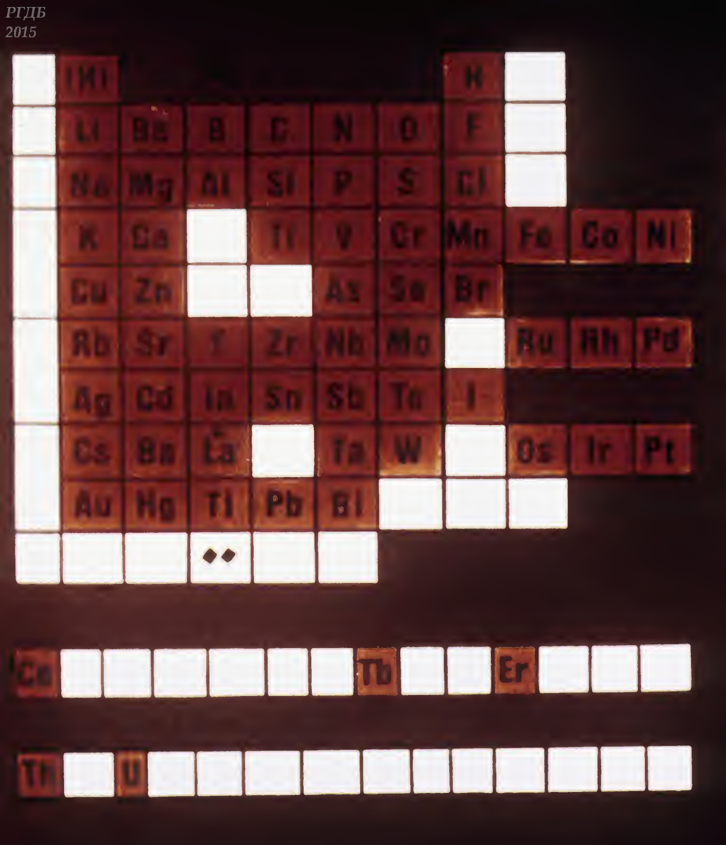
Физическое обоснование закона
(физика и химия, где граница?)

Периодическая система
(современное содержание)

Грозит ли будущее Периодическому закону?
(дать обоснование)

„Каждый естественный закон, однако, тогда только приобретает особое научное значение, когда из него есть возможность извлекать практические, если можно так выразиться, следствия, то есть такие логические заключения, которые объясняют не объясненное еще, указывают на явления, до тех пор не известные, и особенно, когда он дает возможность делать такие предсказания, которые возможно подтвердить (практическим) опытом“.

МЕНДЕЛЕЕВ Д. И.



Более чем столетнюю историю имеет учение о периодичности — глубокое научное обобщение, охватывающее широкий круг представлений о строении и свойствах материи. За это время это учение претерпело эволюцию и обогатилось современным содержанием.

Химические элементы, известные до открытия Периодического закона.

В истории Периодического закона можно выделить три этапа...





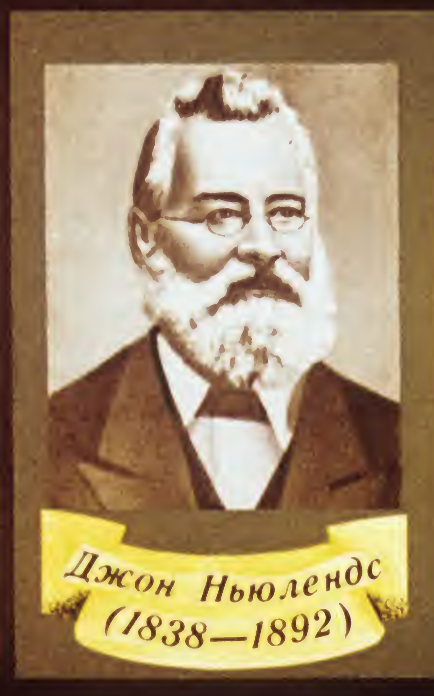
А нужны ли
классификации?
Какое значение
они имеют
в поисках
закономерностей?



Триады элементов	Формы простых тел	Важнейшие соединения	Особые свойства
Cl, Br, J	Двухатомные молекулы	Соль Me^{+} анион$^{-}$	$\bar{e}$ Энергично реагируют с донорами электронов
Li, Na, K	Активные металлы $\bar{e}$	Соль Катион$^{+}$ $^{-}$	Соли растворимы в воде

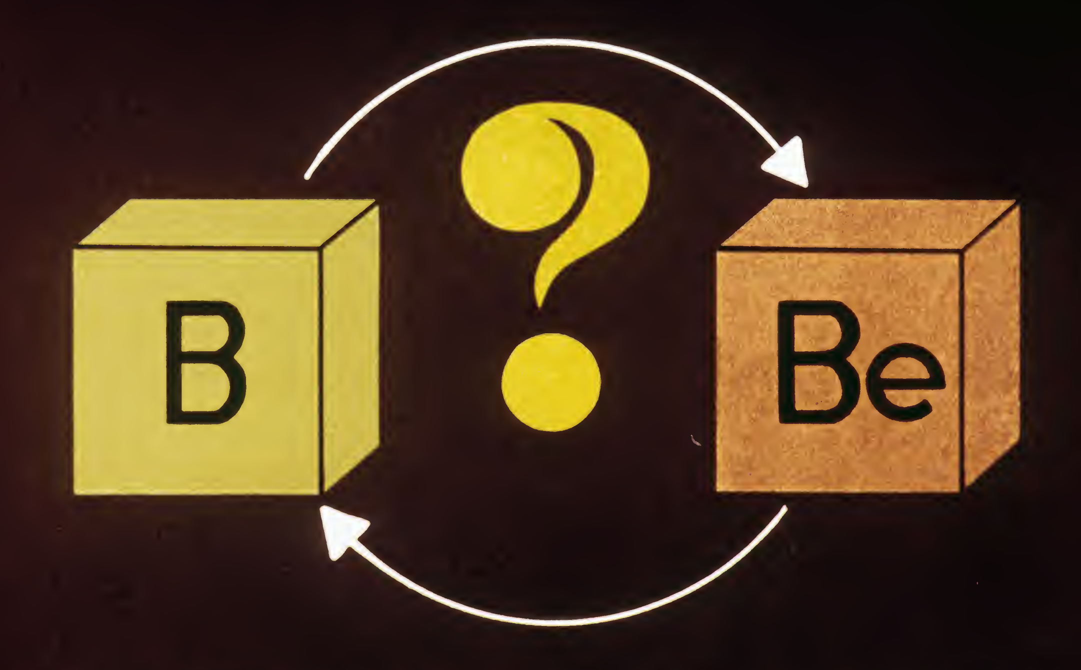
В 1829 году немецкий химик И. Дёберейнер обнаружил среди известных в то время элементов несколько групп из трех элементов со сходными свойствами. Это побудило исследователей к дальнейшим поискам...

В 1865 году английский химик Д. Ньюлендс расположил некоторые из известных элементов в порядке возрастания их атомной массы.

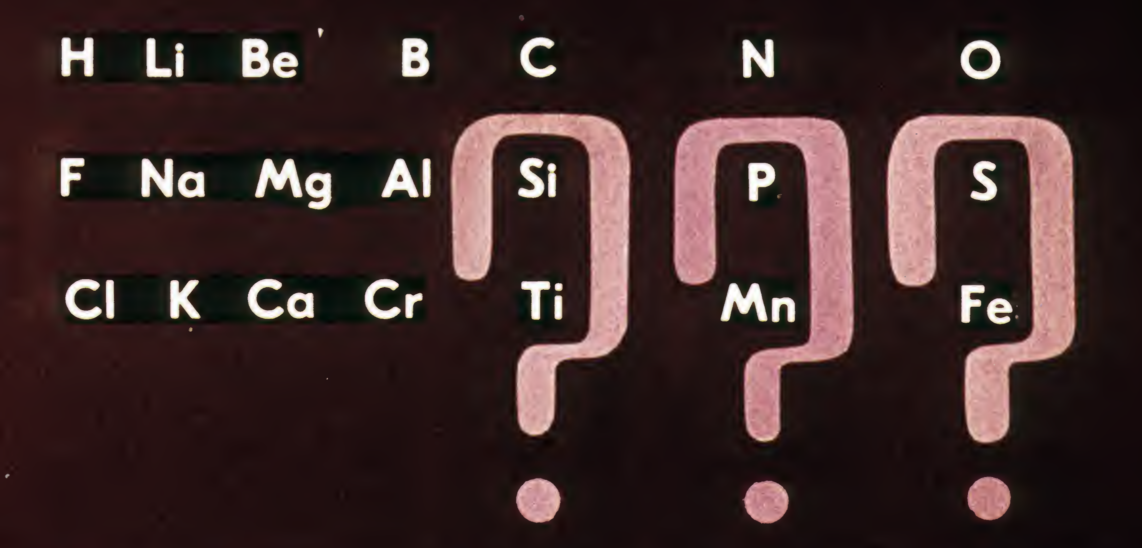


H	Li	Be	B	C	N	O
F	Na	Mg	Al	Si	P	S
Cl	K	Ca	Cr	Ti	Mn	Fe

По общему мнению, попытка Ньюлендса явилась шагом в правильном направлении. Тем не менее к его классификации элементов можно предъявить три серьезные претензии: в ней не было места «новым», еще не открытым элементам...



Система Д. Ньюлендса не позволяла научно определять атомные веса (массы), прогнозировать свойства элементов...

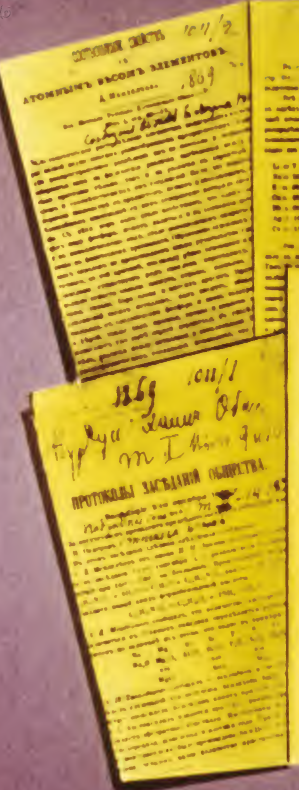


И, наконец, некоторые элементы представлялись в ней неудачно помещенными... Почему?

Система элементов, разосланная Д. И. Менделеевым русским и иностранным ученым.

			Ti=50	Zr=90	?=180
			V=51	Nb=94	Ta=182
			Cr=52	Mo=96	W=186.
			Mn=55	Rh=104,4	Pt=197,4
			Fe=56	Ru=104,4	Ir=198
			Ni=Co=59	Pl=106,6	Os=199
H=1			Cu=63,4	Ag=108	Hg=200
	Be=9,4	Mg=24	Zn=65,2	Cd=112	
	B=11	Al=27,4	?=68	Ur=116	Au=197?
	C=12	Si=28	?=70	Sn=118	
	N=14	P=31	As=75	Sb=122	Bi=210?
	O=16	S=32	Se=79,4	Te=128?	
	F=19	Cl=35,5	Br=80	I=127	
Li=7	Na=23	K=39	Rb=85,4	Cs=133	Tl=204
		Ca=40	Sr=87,6	Ba=137	Pb=207
		?=45	Ce=92		
		?Er=56	La=94		
		?Yt=60	Di=95		
		?In=75,6	Th=118?		

Все доменделеевские системы называют искусственными, а Периодическую систему—естественной. Почему?



ИЗЪ ЛАБОРАТОРІИ С.-ПЕТЕРБУРГСКАГО УНИВЕРСИТЕТА.

Периодический закон, по словам Д. И. Менделеева,

„...придал некоторую законность учению о формах соединений, образуемых элементами, позволил видеть правильность в изменениях физических и химических свойств простых и сложных тел".

Первые страницы работ Д. И. Менделеева, посвященные Периодическому закону.

В 1869 году, на несколько месяцев позже русского ученого, немецкий химик Л. Мейер опубликовал таблицу-диаграмму, по его словам, «в существенном идентичную менделеевской».

Позднее Л. Мейер напишет:

„Мне не хватило смелости на так далеко идущие предположения, которые так убежденно высказал Д. Менделеев".

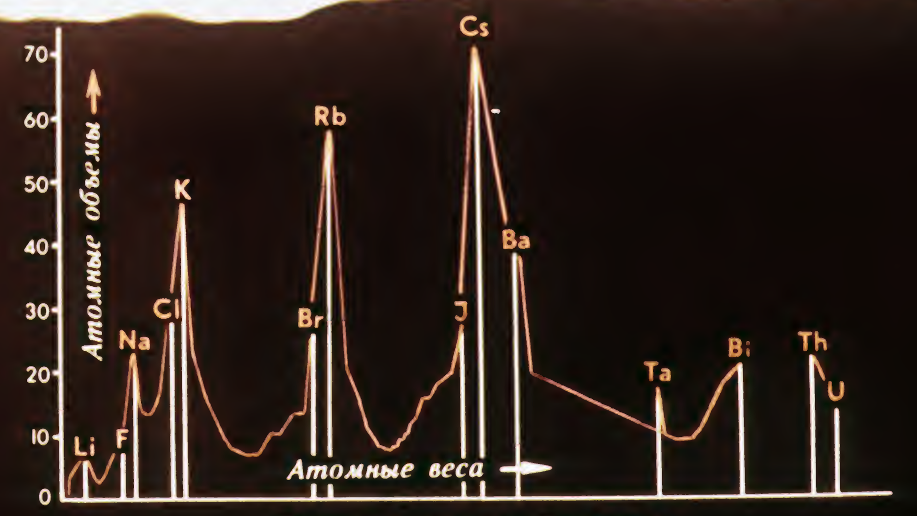


Таблица-диаграмма Л. Мейера,
изображающая графическую зависимость атомных объемов простых веществ от атомной массы элементов.



Три этапа в познании атома

Сопоставьте менделеевскую и современную формулировки Периодического закона. Не противоречит ли современная формулировка авторской?



Свойства отдельного химического элемента Д. И. Менделеев определял на основе изучения свойств элементов, окружающих его своеобразной «звездой».

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

		Группы элементов							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
I	1	H						(H)	He
II	2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
III	3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
IV	4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe Co Ni
	5	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
V	6	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru Rh Pd
	7	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
VI	8	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os Ir Pt
	9	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
VII	10	Fr	Ra	Ac	Ku	Ns			
		R_2O	RO	R_2O_3	RO_2	R_2O_5	RO_3	R_2O_7	RO_4
					RH_4	RH_3	RH_2	RH	

	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

Зная закономерности изменения свойств элементов в периоде и в подгруппе, рассмотрите какой-либо пример.



Ce Pr Nd Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu

Th Pa U

Химические элементы, найденные в природе после открытия Периодического закона.

В конце XIX—начале XX века прогностические возможности Периодического закона получили весомое подтверждение. Приведите примеры. Расскажите, например, об открытии галлия, скандия, инертных газов.

Основы квантовой теории

Инертные газы

Электрон

Радиоактивность

Рентгеновы лучи

1895 г.

1896 г.

1897 г.

1894—1898 гг.

1900 г.

На стыке веков произошла, по словам В. И. Ленина, *„новейшая революция в естествознании“*. Она оказала самое непосредственное влияние на развитие учения о периодичности. Приведите примеры, подтверждающие эту мысль.



Современные представления о строении атома формировались на основе экспериментальных исследований.

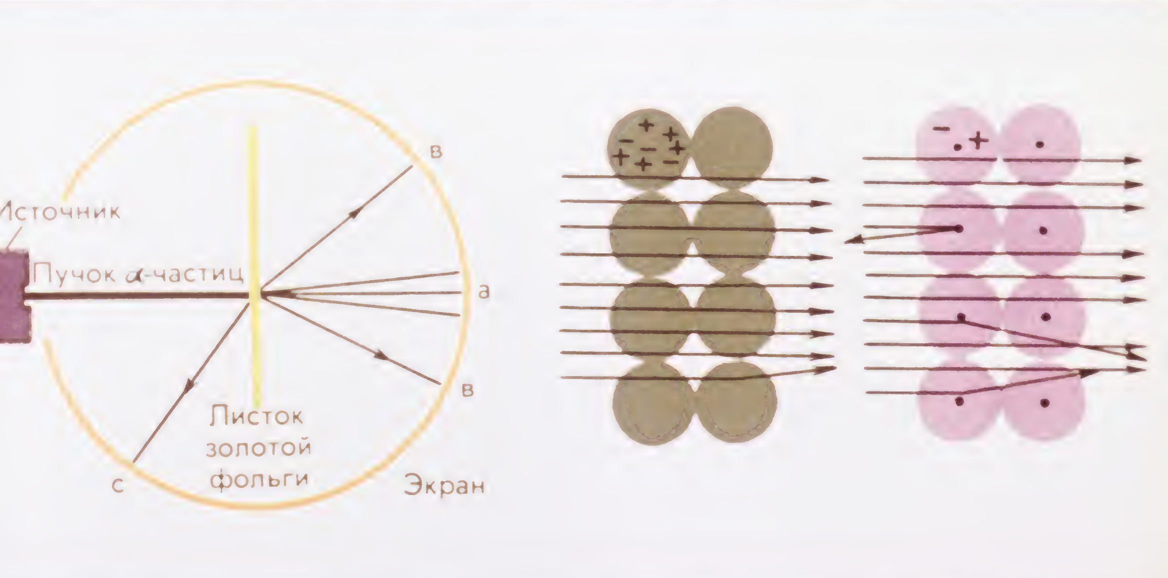
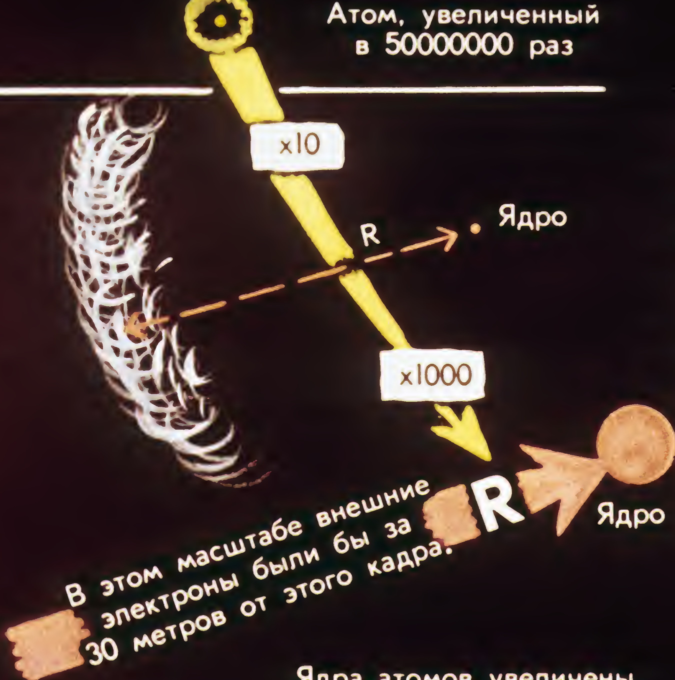


Схема экспериментальной установки Э. Резерфорда для исследования рассеяния альфа-частиц очень тонкой металлической фольгой.

Результаты эксперимента Э. Резерфорда по рассеянию альфа-частиц.



Ядра атомов увеличены
в 500 миллиардов раз.

Так, из экспериментов с рассеянием альфа-частиц выявилась следующая картина строения атома: в центре находится чрезвычайно плотное, положительно заряженное ядро. Электроны занимают область атома, радиус которой в 100000 раз превышает радиус ядра.

Сопоставьте свойства нейтрона, протона и электрона

Частица	Нейтрон	Протон	Электрон
Заряд	Без заряда	Единичный положительный заряд ($1{,}6021 \cdot 10^{-19}$ Кл)	Единичный отрицательный заряд ($1{,}6021 \cdot 10^{-19}$ Кл)
Масса	$1{,}67 \cdot 10^{-27}$ кг	$1{,}67 \cdot 10^{-27}$ кг	$9{,}11 \cdot 10^{-31}$ кг

+

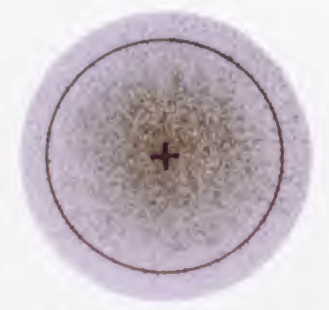
−

Приблизительно одинаковые массы.

Одинаковые по величине, но противоположные по знаку заряды.



S—орбитали атома водорода.



Сечение сферы, охватывающее область 90% вероятности обнаружения электрона.

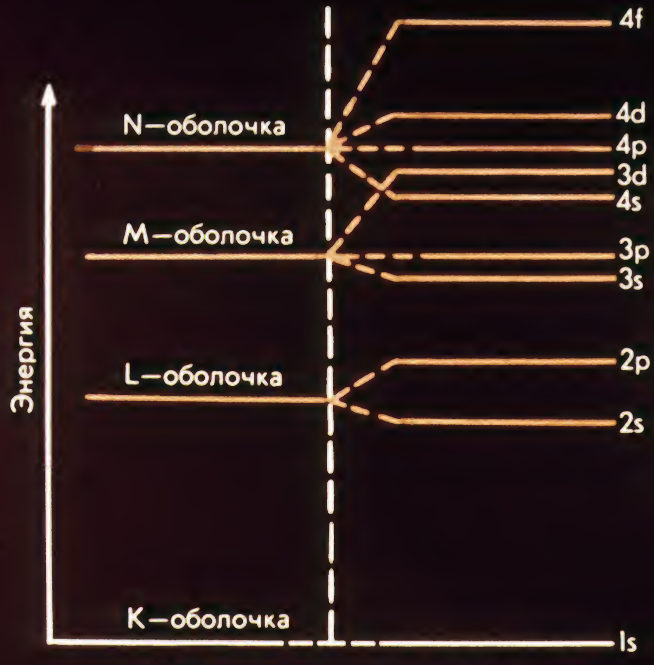


Объемное изображение этой сферы.

На языке, созданном для макроскопических объектов, поведение элементарных частиц не поддается точному описанию. Электроны, протоны и нейтроны обладают и волновыми, и корпускулярными свойствами.

Простейший спектроскоп.

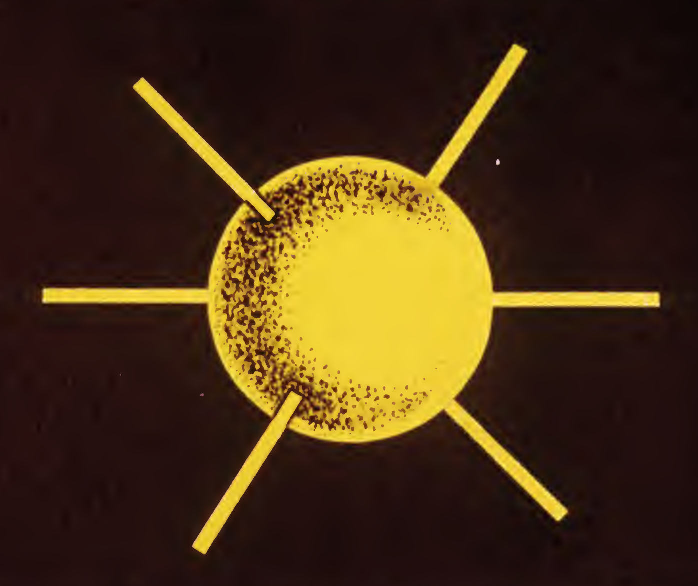
Волновой характер электронов доказывается сходством дифракционной картины, которую они дают, рассеиваемые кристаллами, с дифракционной картиной рассеиваемых кристаллами рентгеновских лучей.



Уровни и подуровни энергии в первых четырех электронных оболочках.

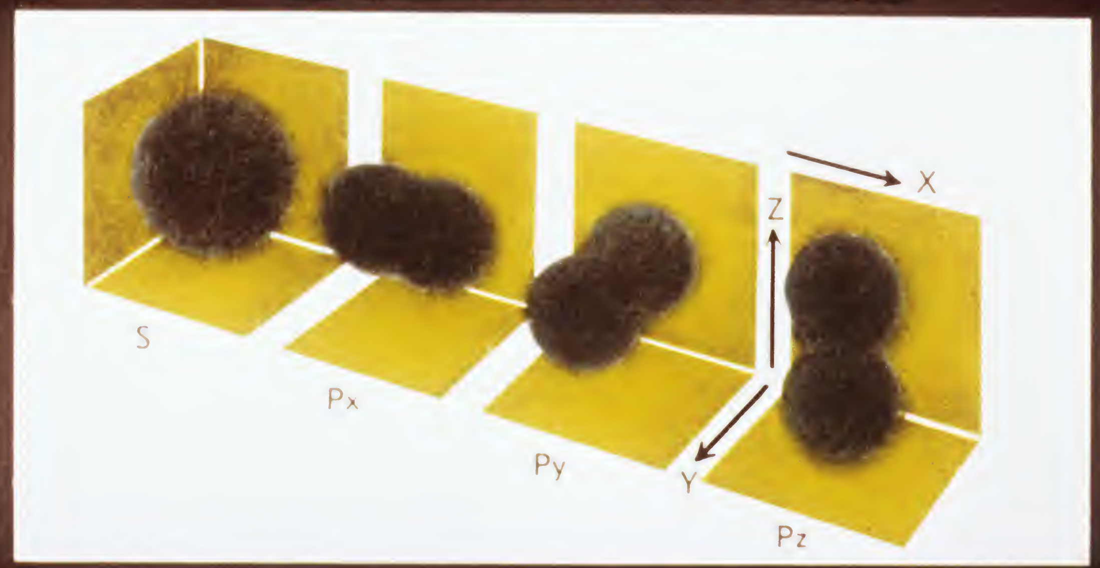
Чем более отдалена электронная оболочка от ядра, тем более высокому уровню энергии она соответствует. Однако и в пределах данной оболочки электроны обладают различными энергиями и располагаются на одном или более подуровнях.

S—орбиталь с ядром в центре.



Для s-электронов характерно однородное сферическое пространственное распределение вокруг ядра атома. Чем отличаются друг от друга 1s, 2s и 3s-электроны?

Схема относительных величин s-орбитали
и трех p-орбиталей в зависимости от осей



S- и p-облака в атомах отличаются формой и размерами, пространственным расположением и удаленностью от ядра.



Физическое обоснование закона о периодичности заложили работы английского физика Г. Мозли:

„Для атома существует фундаментальная величина… которая может быть только зарядом центрального положительного ядра".

Zn,30
Cu,29
Ni,28
Co,27
Fe,26
Mn,25
Z
Cr,24
V,23
Ti,22
Ca,20
$\nu^{1/2}\cdot 10^{-8}$, $c^{-1/2}$
9 10 11 12 13 14 15 16

График Мозли, показывающий зависимость квадратного корня из частоты рентгеновского излучения элемента от порядкового номера элемента.

Количество $\bar{e}$ в уровнях и количество элементов в I – V периодах

Уровни (периоды) n=	1	2	3	4
Количество $\bar{e}$ в уровнях	2	8	18	32
Количество элементов в периодах	2	8	8	18
Z элементов в периодах	1 – 2	3–10	11–18	19–36

29

Природа периодичности была вскрыта на основе детального изучения структуры электронных оболочек атомов. Номер периода соответствует числу электронных уровней в атомах.

Схема периодической системы с учетом энергетической конкуренции подуровней

Периоды	Заполнение подуровней	Число элементов
1-й	s^1 s^2	2
2-й	s^1 s^2 $p^1 . . . . . . p^6$	8
3-й	s^1 s^2 $p^1 . . . . . . p^6$	8
	«Вклинивание» 10 3d-электронов	
4-й	s^1 s^2 d^1 $d^2 . . . . d^{10}$ $p^1 . . . p^6$	18
	«Вклинивание» 10 4d-электронов	
5-й	s^1 s^2 d^1 $d^2 . . . . d^{10}$ $p^1 . . . p^6$	18
	«Вклинивание» 14 4f-электронов	
6-й	s^1 s^2 d^1 $f^1 . . . . f^{14}$ $d^2 . . . d^{10}$ $p^1 . . p^6$	32
	«Вклинивание» 14 5f-электронов	
7-й	s^1 s^2 d^1 $f^1 . . . . f^{14}$ d^2	(32) 18

Заполнение того или иного подуровня определяется соотношением сил притяжения к ядру и сил отталкивания между электронами (своеобразной энергетической конкуренцией).



Периодический закон указывает на периодический характер функциональной зависимости свойств элементов от заряда ядра атомов. Эти зависимости выражаются периодическими кривыми, имеющими ряд максимумов и минимумов.

Зависимость температуры плавления от порядкового номера элемента.



Рассмотрите явление периодичности на примере малых и больших периодов. Используйте современные данные о строении атома.

Схематическое изображение Периодической системы элементов Д. И. Менделеева.

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

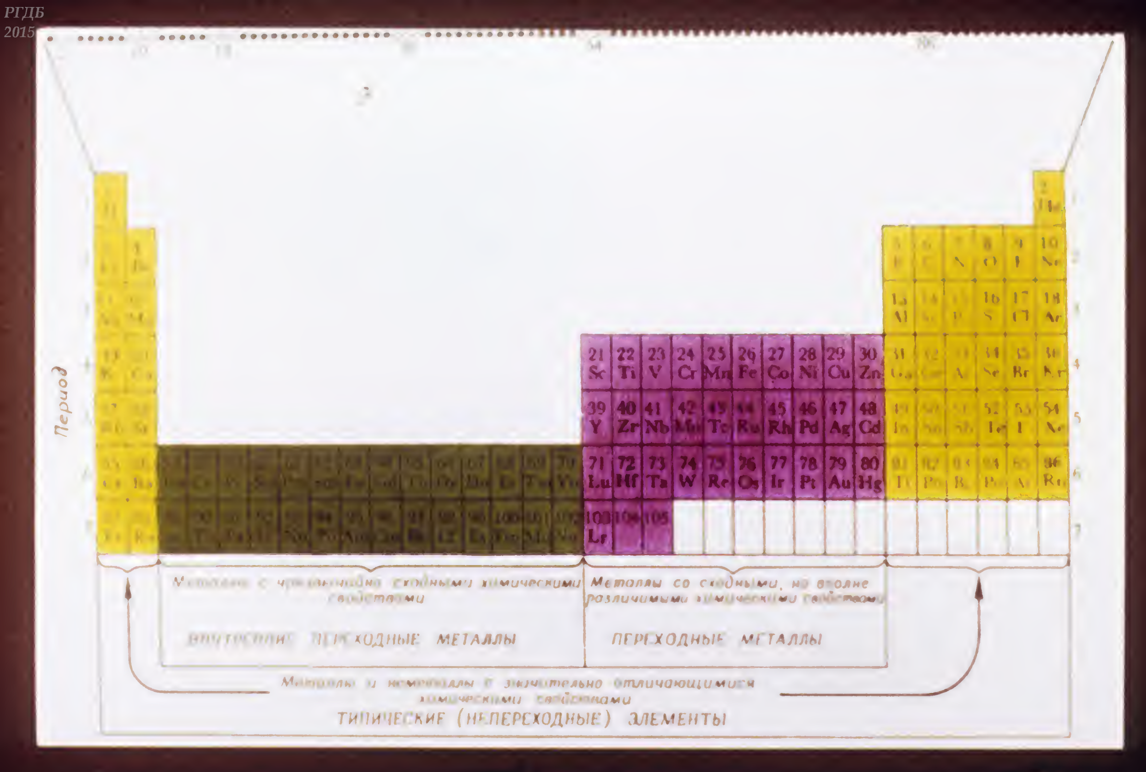
		Г Р У П П Ы Э Л Е М Е Н Т О В									
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
I	1	H						(H)			He
II	2	Li	Be	B	C	N	O	F			Ne
III	3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl			Ar
IV	4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni
	5	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br			Kr
V	6	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd
	7	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I			Xe
VI	8	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt
	9	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At			Rn
VII	10	Fr	Ra	Ac	Ku	Ns					
		R_2O	RO	R_2O_3	RO_2	R_2O_5	RO_3	R_2O_7	RO_4		
					RH_4	RH_3	RH_2	RH			

	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

Объясните закономерности изменения свойств элементов в группах и подгруппах.



В настоящее время наибольшее распространение получили две формы Периодической системы: короткопериодная (какие закономерности наиболее отчетливо прослеживаются в ней?)...



и длиннопериодная (в чем ее преимущества?).

Периодическая система, в которой выделены s, p, d и f-элементы

1																															1 H	2 He
2	3 Li	4 Be																									5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg																									13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	21 Sc															22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y															40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 J	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tu	70 Yb	71 Lu	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr	104 Ku														
	s^1	s^2	d^1	f^2	f^3	f^4	f^5	f^6	f^7	f^7d^1	f^9	f^{10}	f^{11}	f^{12}	f^{13}	f^{14}	$f^{14}d^1$	d^2	d^3	d^4	d^5	d^6	d^7	d^8	d^9	d^{10}	p^1	p^2	p^3	p^4	p^5	p^6
	s		d							f												d								p		

Имеет ли смысл дальнейшее усовершенствование Периодической системы? В любом варианте количественная характеристика элемента должна быть связана с зарядом ядра, структурой электронной оболочки и иметь определенное физическое значение.

(H)						H	He		
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne		
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar		
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni
Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr		
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd
Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe		
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt
Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn		
Fr	Ra	Ac	Ku	105	106	107	108		

Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	102	103

Искусственные химические элементы.

Успехи экспериментальной ядерной физики и радиохимии позволили получать искусственные химические элементы путем «сооружения конструкции» из нужного числа протонов, нейтронов и электронов.



Достижения науки и техники вооружают исследователей новыми методами, а это приводит и к новым открытиям, ставит новые задачи перед наукой и техникой. Каковы, по вашему мнению, перспективы учения о периодичности? Что ждет его в будущем?

КОНЕЦ

Диафильм по химии для обобщающего повторения
в VIII—XI кл.
Диафильм создан по программе,
утвержденной Министерством просвещения СССР

Автор кандидат педагогических наук
Л. ЗАЗНОБИНА

Консультант В. СУШКО

Художник-оформитель И. ИЩЕНКО

Редактор И. КРЕМЕНЬ

103062, Москва, Старосадский пер., 7

Цветной
Д-157-87